最も簡便して精度の高い

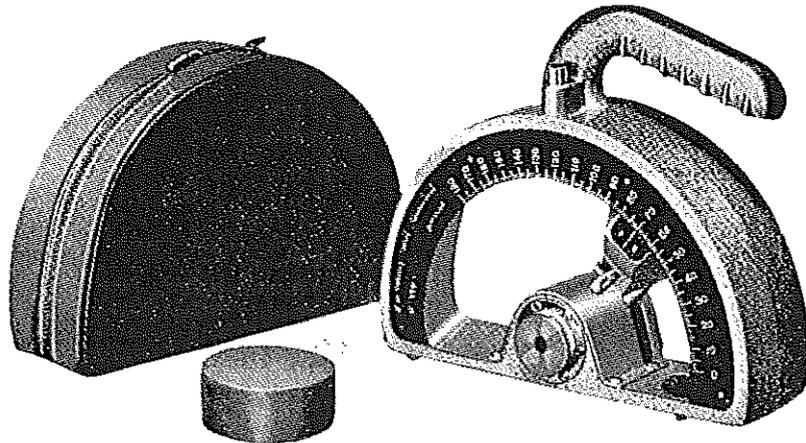
携帯用コンクリート非破壊試験機

シュミット・テストハンマー

（低強度コンクリート用振子式P型）

PT型（換算図は最終ページ）

スイス，日本，アメリカ，ドイツ其他世界各国特許登録済

取扱説明書

発明者　E.Schmidt　（スイス）
製造元　PROCEQ S.A　（スイス）

極東総代理店

FBK 富士物産株式会社
東京都中央区日本橋兜町21-7
兜町ユニ・スクエア
TEL 03(5649) 7121(代)
FAX 03(5649) 7125
E-mail:sales@fuji-bussan.co.jp
サービスセンター
埼玉県さいたま市根岸5−17−5
TEL 048(861) 2235(代)
FAX 048(864) 4002

代理店

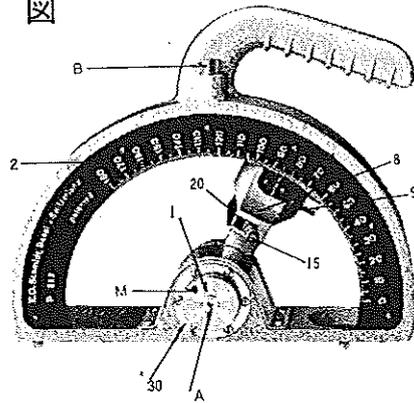
1) 概　　説

硬化後のコンクリート，つまり実施コンクリートの諸性質試験には，圧縮強度，曲げ強度，引張り強度，透水性耐磨耗性，凍結融解に対する耐久性，乾燥による長さの変化などが挙げられるが，一番重要なものは，強度特に圧縮強度である。この圧縮強度を試験する方法として破壊式と非破壊式の二種に大別できるが，両者の内で非破壊式がはるかに至便でありすぐれた方法である事は広く認識されている。

非破壊試験式にも各種の方法，装置が考案されているが，軽便にして取扱い容易，しかも充分に信頼できる正確度をもって測定できるものとして，シュミット・テストハンマーに比較できるものはなく，本機種は世界各国で広く使われ，我国でも既に随一の定評がある。

ここに説明するP型テストハンマーは，主として低強度，つまり50Kg/cm²～250Kg/cm² 以内の圧縮強度をもつ実施コンクリート（普通コンクリート，軽量コンクリート，各種プレキャスト製品等）をより一層正確に測定する為に考案したものであり，N型シュミット・テストハンマーに代表される非破壊試験法に一段と正確と信頼の度を加えたものとして高く評価されている。

2) 構　造　図

図－1

部品No.	部　品　名
1	ノ　　ブ
2	反撥度目盛
8	ハ ン マ ー
9	ハンマー頭部
15	リセットレバー
A	注　油　口
B	リリーズボタン
20	ブレーキプレート
30	調整リング

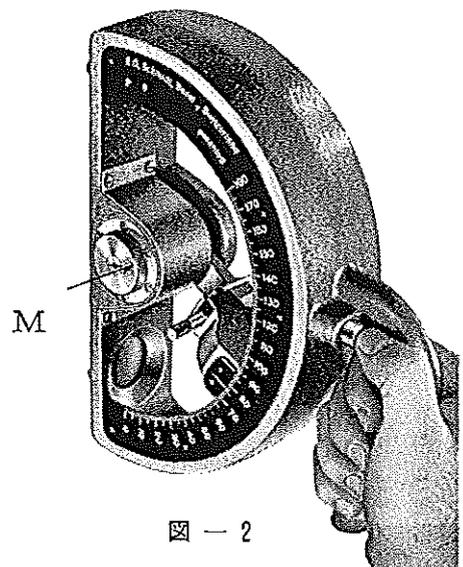
3) 操　作　方　法

P型シュミット・テストハンマーの取扱いは簡単で，熟練を要せず，かつ危険もない。しかし試験機である以上慎重にして正しい取り扱いを要するので，以下に記載する操作要領を熟読して下さい。

(1) **垂直面を測定する場合**（図－2参照）

はじめに皮ケースより本体を取出し，**ハンマー 8 を反撥度目盛75の位置に一度指先で固定して，**ノブを止まるまで左に廻して指示記号Mを左寄りにする。ハンマーを前方に倒してセットする。

リセットレバー15を前方に戻してハンマーの動きを自由にする。

ハンドルを握り，試験箇所に適度な力で固定し，リリーズボタンを押せばハンマーが落下し，試験体の硬度に比例して反撥し，一定位置でハンマーはわずかに揺動した後リセットレバーが自然に働き止まる。この位置でハンマー中央の指示線が示す反撥目盛を読みとり，この反撥度数を換算曲線に照合して，その試験体の圧縮強度（円柱体圧強度kg/cm²）を知ることが出来る。

図－2

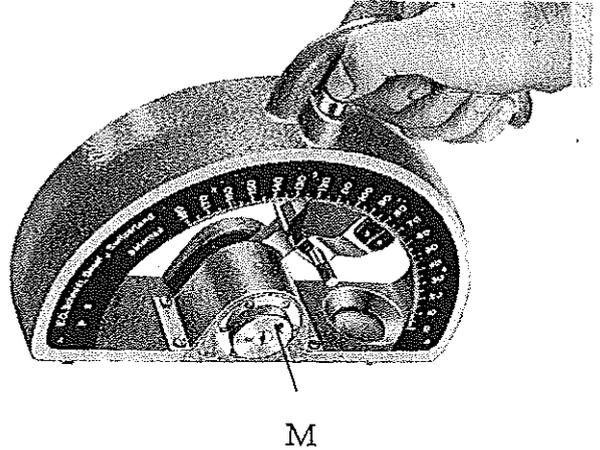
(2) **水平面を測定する場合**（図—3参照）

ハンマーを反撥度目盛75の位置に指先で固定して，(1)の場合とは逆にノブを止まるまで右に廻して指示記号Mを右寄りの位置にする。ハンマーをセットする。

リセットレバーを前方に戻してハンマーの動きを自由にする。

ハンドルを握り，試験箇所に固定してリリーズボタンを押せばハンマーが試験体の硬度に比例して反撥し，ハンマーの停止した位置で反撥度数を読みとり，換算曲線に照合すれば，(1)の場合と同様その圧縮強度を知ることができる。

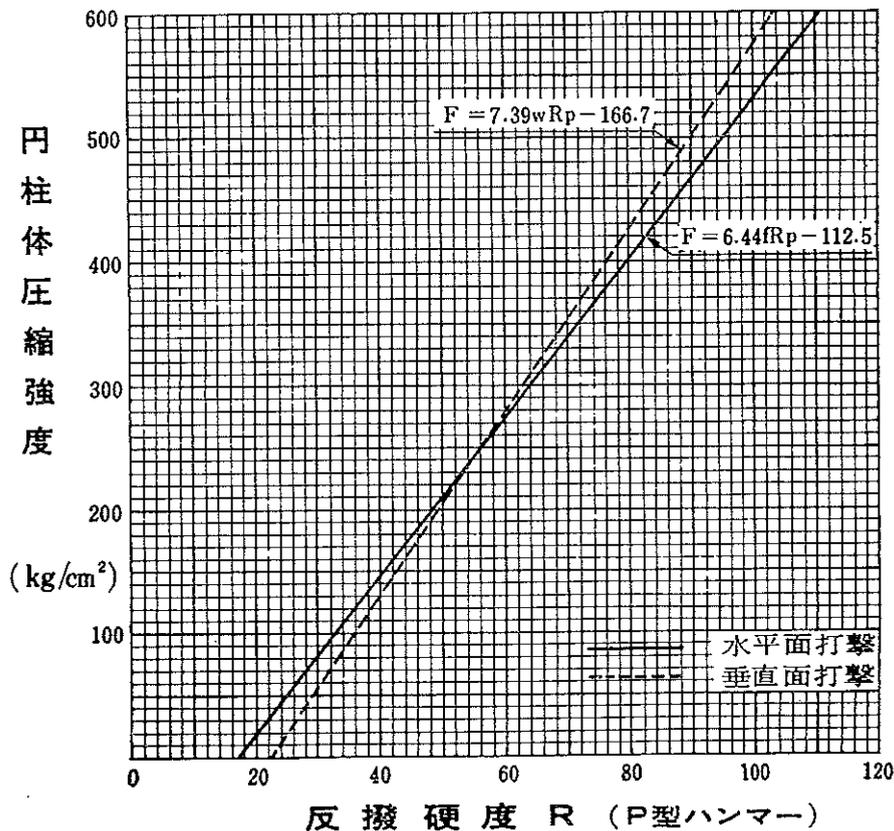
以上により試験が完了したならば，皮ケースにおさめる前，スプリングの作用をなくす為，垂直面測定の場合と同様の位置にノブを廻して，指示記号Mを左寄りの位置に戻し，又リセットレバーも前方に戻して下さい。

尚その際，**かならずハンマーを反撥度目盛75の位置に一旦止めておいてノブを廻す様にして下さい。**

図—3

4) 強度判定方法

反撥度数（R）から円柱体（シリンダー）圧縮強度（kg/cm²）を推定するには，換算図（図—4）を使用する。

この換算図は，チューリッヒ連邦材料試験所，京都大学，大阪大学，立命館大学などの研究機関による実験結果に基いて制作されている。即ち各種のセメント，骨材，その配合比，水セメント比などの条件の異なる数千個の供試体をP型シュミット・テストハンマーで測定してその反撥度を読みとり，ただちに圧縮試験にかけて破壊して圧縮強度を測定する一連の実験データにより，反撥度数と圧縮強度の相関々係を求めて作成したものである。

図—4　反撥度圧縮強度基準換算図（P型用）

円柱体圧縮強度換算図（図—４）の読み方：

図—４には２直線が書いてある。……線は垂直面を測定した場合に適用し，——線は水平面を測定した場合に適用する。例えば今，壁面又は柱等の垂直面を測定して反撥度40を得たとする。これを図—４の……線に照合してそのコンクリート圧縮強度は 130kg/cm² であることが判る。又コンクリート床面等の水平面を測定して同じ反撥度40を得ても——線に照合してそのコンクリート圧縮強度は 145kg/cm² であることが判る。

（註１）　Ｐ型シュミット・テストハンマーの性能試験は1963年始めより，日本材料学会（旧日本材料試験協会）実施コンクリート強度判定法委員会に於て約２年間実施され，別項のＰ型シュミットハンマーによる圧縮強度の推定式が得られたので，Ｐ型シュミットハンマーの反撥度－圧縮強度基準換算図は，普通コンクリートの場合上記の推定式に則ることになった。

（註２）　発泡コンクリート，ないしはコンクリート類似の建築材料でも，反撥度数と強度の統計的評価により反撥度基準圧縮強度曲線を作成し，それらの圧縮強度を測定することが可能である。この場合は厳密に選んだ200個以上の試験片を用意してＰ型テストハンマーで測定後に破壊試験を行わねばならない。

6）　硬度測定箇所の選定

6・1　硬度の測定は厚さ10cm以下の床板や壁，一辺12.5cm以下の断面の柱など小寸法で支間の長い部材では避ける。やむをえずそのような部材で測定するときは，背後から別にその部材を支持して行う必要がある。

6・2　薄い床板および壁では，なるべく固定辺や支持辺に近い個所を選定する。

6・3　はりでは，その側面で行うのを原則とする。

6・4　柱や壁ではコンクリートの分離による影響を考慮して適当な個所を選定する。

6・5　測定面としては，型わくに接していた面で，質が均一で，モルタルにおおわれた平滑な平面部を選定する。

6・6　測定面内にある豆板，空泡，露出している砂利などの部分は避けて行う。

6・7　測定面にあるわずかの凹凸や付着物は，と石でていねいに平滑にみがいてこれを除き，粉末その他の付着物をふきとってから行う。

6・8　仕上げ層の上塗りのある場合はこれを除去し，コンクリート面を露出させた後，6・7の処理をしてから測定する。

6・9　古いコンクリートを測定する場合は，厚さ12mm程コンクリート表面を取除いてから測定する。この作業には電動グラインダーが適当である。これができない場合は 8）注意事項，チ）の実験式を参考して圧縮強度を計算する。

（註）　強度判定の目的や，対照とする構造物の種類その他の状況に応じ，当然，測定個所をどこに選ぶかは決ってくるわけであるが，ここには一般的原則を示したものである。

6・1　Schmidt Hammerは弾性的なはねかえりを測るものであるから，打撃エネルギーに対し測られる部材，部分の剛度が小さい場合，その測定値はコンクリートの硬度を正しく示さず小さい値となる。実験の結果によれば，測定される部分の薄さと，部材の可とう性(可撓性)の両者が影響する。測定値が影響を受けない限度の薄さは一概には決めにくいが，実験の結果を参考にして本文のように一応の標準値を決めた。しかし，部材の支間，固定度なども考慮して，この誤差を防がなければならない。

6・2　６・１に述べたものと同様の誤差を小さくするために必要なことである。

6・3　本方法による打撃方向は，水平方向を原則とする点，および，材料の分離によって底面には粗骨材が多く集まり硬度値が大きくなる傾向が実験的にも明らかである点を考慮して，このように決めたのである。

6・4　高さの大きな部材軟練りコンクリートで作った場合には，かなりの材料分離がおこる。その結果，高さ方向に硬度値はかなり変化する。したがって，判定の目的に応じてこの影響もあわせ考え，測定個所を選ぶ必要がある。

6・5　型わくに接していなかったコンクリート上面は一般に平滑でなく，かつ，ブリージングなどの影響を受けているので，測定面としては不適当である。型わくに接していた面でも，大きな豆板，砂の露出面，打ち継ぎ部などは当然避けなければならない。

面の平滑なことは当然必要なことである。曲面もその曲率半径が大きければ平面とみなしてよい。

6・6　6・5に述べたようにして選定した小面積の測定面中にも，局部的に豆板，空泡，露出した砂利その他の欠陥部があるから，それからなるべく遠ざかった場所を打撃しないと，測定値がかたよった値となる。

6・7　測定面内に大きな凹凸があり，その部分を打撃すると，局部的な破壊を生じるため　打撃エネルギーの一部が吸収されて硬度測定値が小さくでる。また，表面にある異物の表層がこのような影響を与えることも考えられるので　平滑清浄な面を作ってから行う必要がある。

6・8　完成後の構造物を試験する場合などは，仕上げ層や上塗りの硬度とコンクリートのそれとは異なるものであるから，当然これを除いて行う必要がある。

7）測　定　回　数

一個所の測定は，出隅から3㎝以上入ったところで，互に3㎝以上の間隔のある10〜15点について行い，全測定値の算術平均をその個所の反撥度（R）とする。

ただし，特に反響や，くぼみ具合などから判断して明らかに異状と認められる値，または，その偏差が平均値の約20％以上になる値があればそれを捨て，これに代るものを補ってから平均値を求める。

（註）　打撃によってその局部は多少の逆上性変形をおこすから，その影響を受けていない次の場所を打撃するためには，測定点があまり接近していてはいけない。3㎝くらい隔っておれば充分と考えられる。また，出隅にあまり近い個所を打撃すると局部的な欠損をおこすこともあり，かつ，正しい硬度値が得られないので，3㎝以上入ったところを採ることとした。事情が許すかぎり，この入りは大きいほうが望ましい。

統計的に信頼のおける平均値を，もっとも簡単に求める方法として15個の測定値の算術平均を採ることにした。また，現場の鉄筋コンクリートについて実測した結果によれば，10個以上の値をとればバラツキも小さくなり，60個以上になってもさほどバラツキは小さくならないので，安全で，かつ能率的な見地から15個ぐらいが適当と考えられる。

しかし，表面から見えない欠陥部を打撃した場合など，明らかに異状と認められる値が得られることもあるのでこのような値は当然捨てる。捨てた値に代るものをさらに求めて，常に15個の値から平均値を求めるようにしたのは，あとの統計的取り扱いを簡便にするためである。

かくして得た反撥度の平均値を図―4の換算図に照合してコンクリートの強度を判定する。

上述の要領により正しく測定されるならば普通コンクリートの場合その標準偏差は約30㎏/㎠以内とみてよい。

軽量コンクリート或はマスコンクリートの場合は，その標準偏差を多少大きめに見るべきである。

安全確実な判定を行うためには，いずれの場合でもこのバラツキにもとずいた統計的な考慮が要望される。

8）注　意　事　項

実施コンクリートの品質が悪ければ，それに比例して本機による強度測定値の信頼度が低下する。特に次の各項目の場合，その強度判定には各種要素の補正を行っても，なおかなりの誤差をともなうので，品質管理用の場合は別として，圧縮強度判定を行うには，各々の条件に応じた統計的な考慮が必要である。

イ）測定されるコンクリートの圧定状態によって硬度測定値は変わる。実験の結果によれば，圧定力の小さいときほど硬度測定値は小さくあらわれる。

ロ）水中養生を持続したコンクリートの強度は材令とともに次第に増大するが，硬度はその割に増さない。これに反し，空中に放置されたものは強度の増進は少なくなり，表面硬度が次第に増加してゆくと考えられる。

ハ）軽量骨材その他，特殊な骨材のコンクリートに対しては，統計的な考慮が必要である。

ニ）配合が一般のものと，はなはだしく異る場合には，標準推定式が適用できない。一般に富配合のものは貧配合のものよりも同一強度に対する硬度は小さくなる。

ホ）ＡＥコンクリートは空気量が3.5〜5.0％の範囲では，普通コンクリートの場合の関係を利用してもよい。

ヘ）コンクリートが木わくに接していた場合と，鉄わくに接していた場合とで表面の状態が相違し，後者の場合のほうが硬度が大きくなるという報告もあり，また，両者の硬度に差はないという報告もあり，いずれにしても表面がなめらかであれば大差はないと考えられる。

ト）湿空中または外気中で保存されたコンクリートが一時的にぬらされた場合は，硬度も強度もともに減少するので推定式を適用できることが実験的に証明されている。

チ）年数を経過し乾燥状態に保たれたコンクリートは，硬度がかなり大きくなっており，その値を用いて標準式から推定した強度は実際のものより相当大きな値となるので，ある程度の割引をしなければならない。

試験方法は別のものであるが，このような場合の補正系数の参考値を，ドイツで発表された資料から引用すると次のようである。

$$W_N = \alpha_n \cdot W_{28}$$

ただし，W_N＝材令ｎ日の立方体強度推定値，W_{28}＝Frank Hammer によるくぼみ直径 DIN 4240によって推定した立方体強度，α_n＝試験材令による補正係数で，第１表の値による。

第１表　α　の　値

材令 n（日）	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α_n	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

リ）硬練りの粗いコンクリート或は搗き固めの不充分なコンクリートでは，しばしば内部に多大の空隙を蔵するものがある。

この場合はＲが非常にばらつく。

ヌ）凍結したコンクリートは適当でない。

ル）亀裂損傷のあるコンクリートも正しい測定を得ることが出来ない。

9）Ｐ型シュミット・テストハンマーの手入れ，精度検定及び調整法

テストハンマーは構造簡単なものであるから特別の手入れは必要としない。勿論構造簡単なるも高度の精度を要求される測定機であるから，常時機械自体故障のないように慎重な取扱いが望まれる。

イ　手入れに当っては次の事項に留意して頂きたい。

⑴　ハンマー４と，その軌道は，常に清潔に保って下さい。

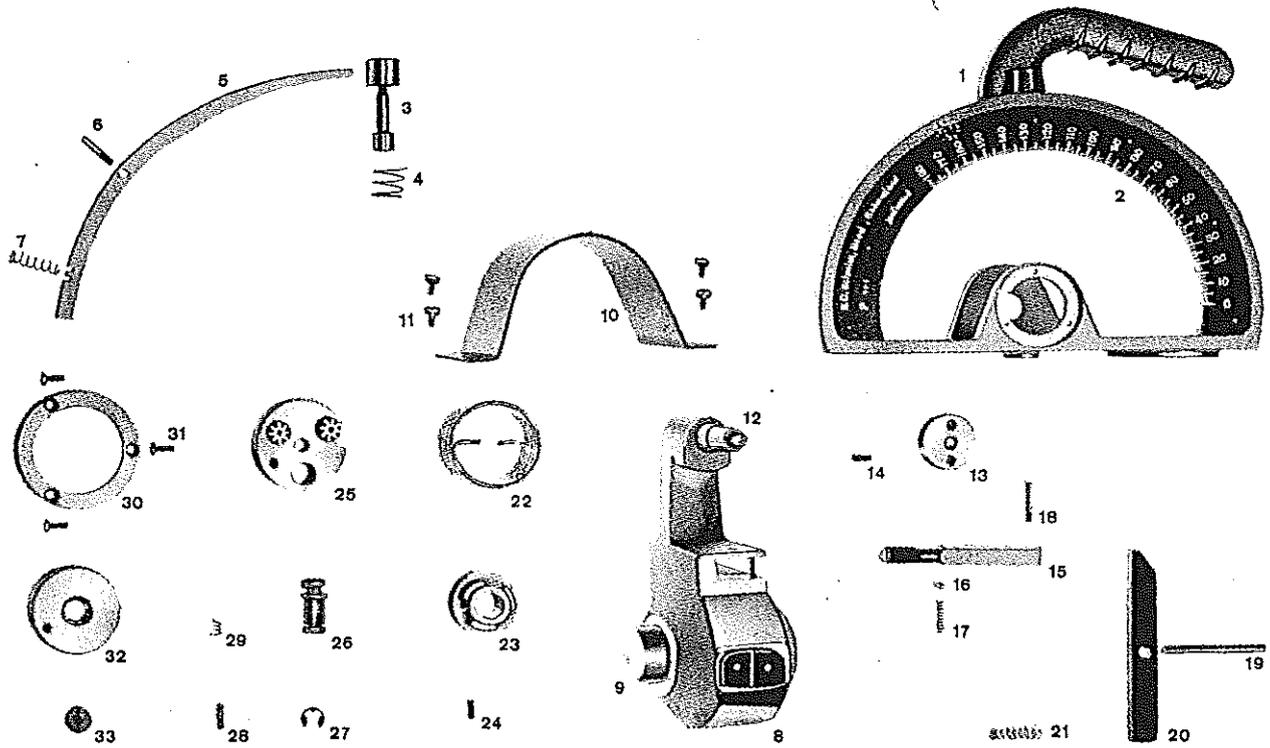
⑵　反撥後にハンマーの制動作用が適正にいかない場合は，ハンマー軌道とブレーキプレート20を揮発油で軽くふいて下さい。

⑶　時には，必要に応じてハンマー軌道を清潔な布ヤスリで軽くふいて下さい。

⑷　時々振子のベアリングを揮発油で洗浄し，パラフイン油を注油口Ａに注油して下さい。

ロ　本機の精度については定期的にチェックするとよい。精度検定は簡単に行えます。

ハンマーを反撥度目盛75の位置に指先で固定して，ノブを右いっぱいに廻して，つまり水平測定面の場合と同じく廻して，リセットレバー15を前方に戻してハンマーの動きを自由にする。次に水平面に本機を置き，ハンマーを手に持ってゆっくりと打撃する方向に倒してみて，ハンマーの指示線が反撥度目盛の０目盛を示せば本機は正常であり，もし０目盛を示さない時は狂いがあり，その程度により調整する。しかし長年の使用に於ても根本的な調整を要するのはまれであるから日常の手入れ以外にむやみに必要以上の調整を行うべきではないと考える。弊社では常時調整及び部品交換を行っていますので御用命下さい。

10) 部　品　表

部品No.	部品名	部品No.	部品名
1.	ハウジング	19.	スタッド
2.	反撥度目盛板	20.	ブレーキプレート
3.	プッシュボタン	21.	スプリング
4.	プッシュボタンリング	22.	トーションスプリング
5.	弓形ストッパー	23.	カップリングディスク
6.	スタッド	24.	ネジ
7.	スプリング	25.	大ベアリング
8.	ハンマー	26.	ピニオン
9.	ハンマーヘッド	27.	ロックリング
10.	カバー	28.	ピン
11.	カバー取付ネジ	29.	スプリング
12.	アークス	30.	リング
13.	小ベアリング	31.	ネジ
14.	安全ネジ	32.	ノブ
15.	リセットレバー	33.	ネジ
16.	ボール	34.	ボックス付レザーケース
17.	スプリング	35.	カーボンランダムストーン
18.	スタッド		

参　考　文　献

① 大阪大学工学部　奥島正一，小阪義夫

P型ハンマー共同試験報告

（建築用普通ポルトランドコンクリートの場合）

② 京都大学工学部　六車　熙

P型ハンマーによるコンクリート強度判定共同実験結果報告

（フライアッシュセメントコンクリートの場合）

③ 立命館大学理工学部　明石外世樹

P型シュミットハンマーによるコンクリート強度判定共同試験報告

（普通ポルトランドセメントコンクリートの場合）

④ 京都大学工学部　岡田　清

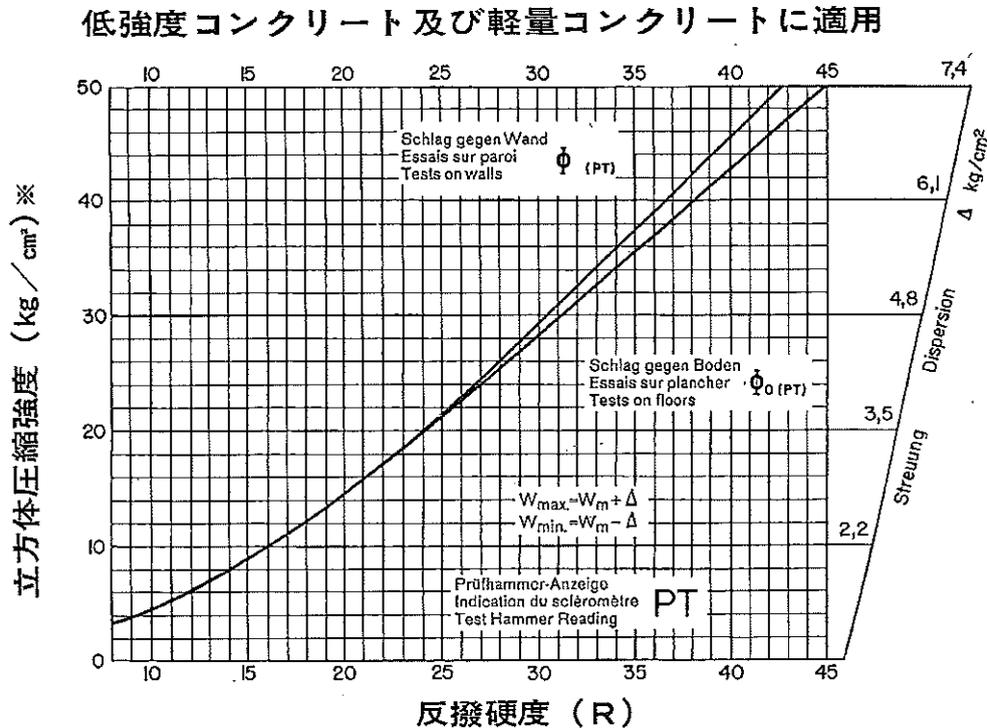
P型シュミットハンマーによる強度試験報告

（高炉セメント使用の場合）

⑤ 日本セメント㈱研究所資料 37 — 13

振子式（P型）シュミットテストハンマーによる，コンクリートの非破壊試験について

（注）　上記の資料は弊社に用意されてありますから，御請求下さい。

PT型　反発度－圧縮強度基準換算図

●上の曲線（Φ）は、壁面を打撃して得られた反発度（R）に適用されます。
●下の曲線（$Φ_0$）は、床面を打撃して得られた反発度（R）に適用されます。

※上記の強度推定カーブは、立方体圧縮強度推定値のため、
上記推定カーブによる読取値に、０．８５を乗ずれば円柱体
圧縮強度推定値になります。

円柱体圧縮強度＝０．８５×立方体圧縮強度

（kg／cm²）

取扱説明書の使用内容はP型について記載されていますが、
使用方法はP型・PT型ともに共有です。

参照：富士物産株式会社PT型用カタログ